

沿海软土地区综合管廊运营初期结构病害 调研及处理措施 ——以徐圩新区综合管廊为例

邱金鹏¹, 周开红², 杨杰¹, 钱镇华³

(1.连云港徐圩港口物流有限公司, 江苏 连云港 222000; 2.江苏方洋集团有限公司, 江苏 连云港 222000;

3.苏交科集团股份有限公司, 江苏 南京 210019)

摘要:目前我国综合管廊建设规模较大,且多数分布在沿海软土地区,在运营初期廊内普遍存在病害发展较快且较隐蔽等问题。基于处于运营初期的连云港市徐圩新区城市地下综合管廊实际工程案例,针对管廊内存在的裂缝、渗漏、积水、错台等病害进行调研与分析。根据检查结果分析管廊病害发生原因并提出相应解决措施,为类似地质条件下的综合管廊建设和维养提供了参考和借鉴。

关键词:综合管廊;软土地区;运营初期;病害;渗漏

中图分类号: TU990.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)06-0322-06

0 引言

我国地下综合管廊建设正以惊人的速度迅猛发展^[1]。截至2021年,我国地下综合管廊的规划建设里程已突破8 000 km,成为全球综合管廊建设里程最长的国家。同时,我国水系充沛、软土分布广泛,目前多数管廊分布于沿海软土地区,如连云港、青岛厦门等地。软土地区地下管廊受到环境、施工质量、材料老化等多种因素的影响,病害问题逐渐显现,给管廊运行和管理带来了新的挑战^[2]。管廊的设计使用寿命长达百年,其运行初期结构变形和病害的产生均处于高发期,该阶段的病害情况决定了管廊全寿命周期的运行状态和养护成本。因此,充分了解运行初期的病害情况,对管廊的长期性能具有重要意义。

管廊结构病害是指在管廊结构中出现的异常现象,如裂缝、渗漏、沉降、腐蚀等,这些病害不仅影响了管廊结构的安全运行和使用寿命,还可能对城市运行和环境造成严重的影响。因此,对管廊结构病害的检查与评估显得尤为重要。目前已有相关学者对管廊的病害进行分析,但针对管廊运营初期内的

结构病害相关研究较少。孙剑春^[3]通过检测福建滨海软土层中综合管廊工程中的管廊积水、渗漏水、结构裂缝及结构缺陷,根据检测成果分析病害形成原因并提出相应解决措施;吴剑秋^[4]对不同城市不同结构形式的综合管廊开展渗漏水情况调研和统计,分析成因并提出了解决措施;马洪旺^[5]分类分析了渗漏水病害形成原因,并在此基础上选择堵漏材料和施工技术。

本文基于服役5 a的连云港徐圩新区综合管廊,在其运营初期对管廊的结构裂缝、渗漏水等进行调研,分析徐圩新区管廊存在的病害及产生原因,并针对类似工程提出相应的处理措施及建议。

1 工程概况

1.1 概述

徐圩新区地下综合管廊项目位于徐圩新区节能环保科技园。管廊采用“三纵三横”布局的布局方式,总长24.8 km(见图1)。徐圩新区地下综合管廊一期工程全长约15.3 km,包括江苏大道综合管廊,约8.4 km;西安路综合管廊,约3.0 km;方洋路综合管廊,约2.6 km;环保二路综合管廊,约1.3 km。

根据设计方案,综合管廊位于道路非机动车道及绿化带下,采用明挖施工,拉森钢板桩+钻孔灌注桩支护。过河段倒虹采用管廊中心线两侧50 m进行围堰施工,采用拉森钢板桩基坑支护。徐圩新区地下综

收稿日期: 2023-07-12

作者简介: 邱金鹏(1990—),男,本科,工程师,从事地下管廊运营方面的工作。

通信作者: 钱镇华(1998—),男,硕士,助理工程师,从事地下管廊设计工作。电子邮箱: 1329135777@qq.com

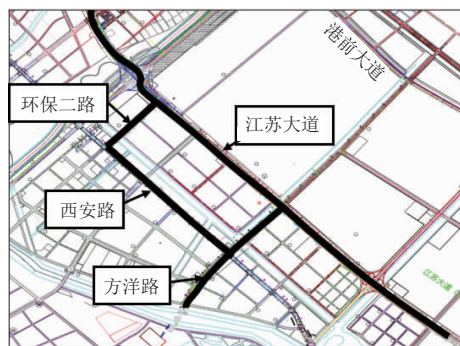


图1 综合管廊平面布置图

合管廊主要为二舱至四舱断面,包括给水舱、电力舱、热力舱和综合舱,断面宽度6.55~15.35 m。入廊的市政管线共有8种,包括:高压电力、中压电力、通信、给水、污水、原水、燃气、供热等。江苏大道综合管廊、环保二路综合管廊、西安路综合管廊、方洋路综合管廊断面型式分别见图2。

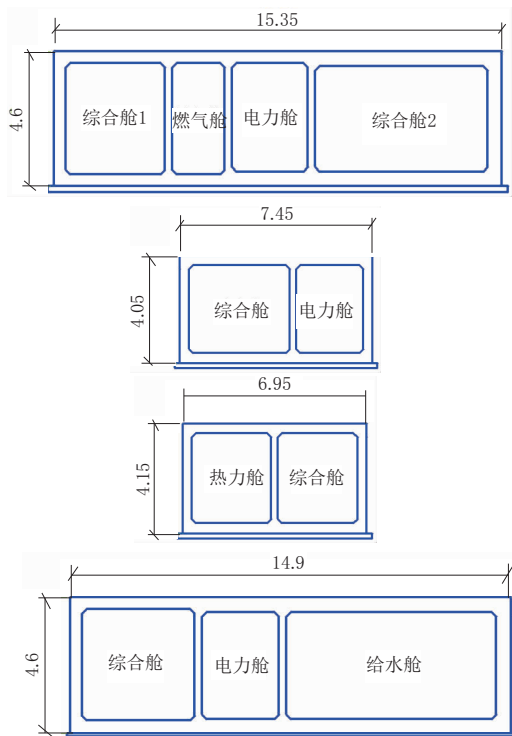


图2 综合管廊断面形式图(单位:m)

1.2 地质条件

江苏大道、西安路综合管廊场地内分布有大量淤泥质软土,平均厚度达14.75 m,该土层压缩性高,工程性质极差。方洋路、环保二路综合管廊同样分布有大量淤泥质软土。工程地质断面见图3~图6。

根据地质断面图,可以看出徐圩新区管廊下分布有较厚的软塑黏土及淤泥层,对于分布在软土地区的综合管廊,其自身结构稳固是整个管廊安全建设和后期安全运营的内在关键因素。经分析,徐圩新区综合管廊在运营过程中可能存在的风险如下:

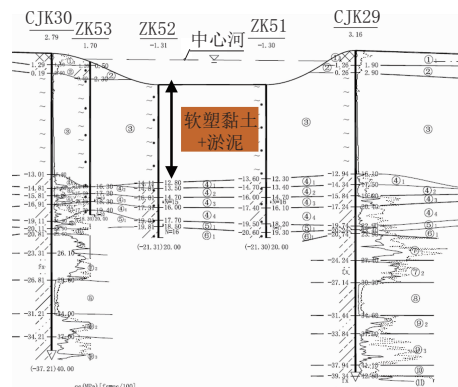


图3 中心河段(顶管法)

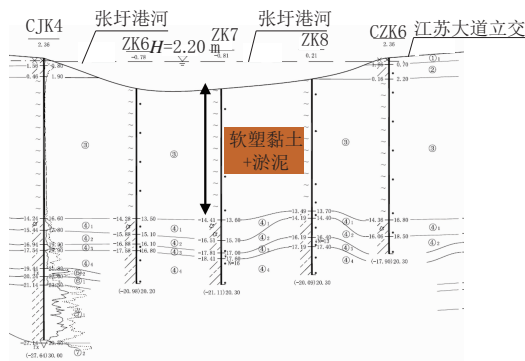


图4 张圩港河段(顶管法)

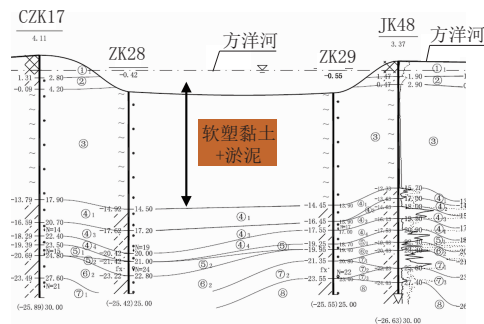


图5 方洋河段(围堰明挖法)

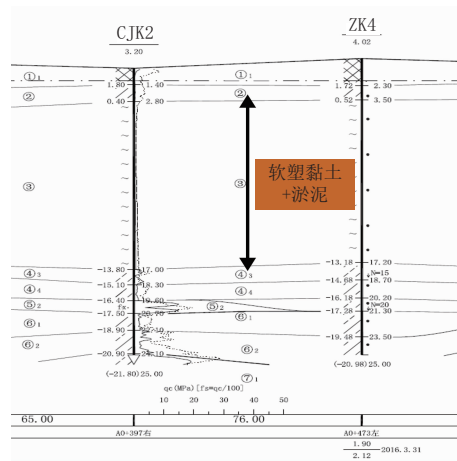


图6 普通明挖段

(1)由于地质条件较差,长距离的管廊结构在深厚的淤泥层中很容易发生纵向不均匀沉降问题,从而导致管廊结构裂缝、错台等病害;

(2)距离海边较近,防水失效后,管廊易发生渗

漏等病害,并引发结构耐久性问题。

因此,对管廊运营初期病害进行调查分析,从而提出相应的结构维护补强措施,对管廊后续正常使用具有重要意义。

2 管廊病害调研方法

本次管廊调研主要检查内容包括混凝土结构、变形缝、管线引入(出)口等。在管廊结构病害检查工作中,除了记录病害类型和位置外,还需要进行病害的量测、检查和拍照,并详细记录相关信息。不同类型病害的检查方法见表 1。

表 1 综合管廊主体结构病害检查方法

项目名称		检查方法
裂缝	宽度	游标卡尺测量
	长度	钢尺或卷尺测量
外观质量缺陷		目视、尺量和照相
变形缝	张开量、错台量	尺量
	填充物	目测
	渗漏水	目测为主,辅以钢尺、秒表测量
管线引出口	变形	目测为主,辅以钢尺、秒表测量

本次检查方法采用徒步目视调查方式,辅助以裂缝显微镜、游标卡尺、钢尺、相机等仪器对发现病害进一步检查和记录(见图 7~图 9)。



图 7 轮式测距仪



图 8 游标卡尺

本次调研人员分两组,一周共计调研徐圩新区四条管廊各舱室约 50 km。



图 9 塞尺

3 管廊病害调研结果

本次调研过程中发现,徐圩新区综合管廊运营初期主要存在结构裂缝、渗漏水等病害,各条管廊病害统计如见表 2。

表 2 综合管廊病害统计表

病害	江苏大道	环保二路	方洋路	西安路
裂缝	44	4	3	15
渗漏	117	20	26	29
积水	12	3	8	6
错台	4	4	3	8

根据统计的图表,徐圩新区综合管廊内主要病害为渗漏水,约占全部病害的 63%,结构裂缝约占全部病害的 22%,见图 10。

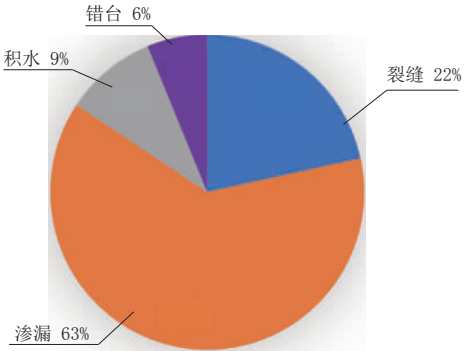


图 10 综合管廊病害统计饼状图

以江苏大道综合管廊为例,从病害展布图(见图 11)可以看出,管廊迎土侧的舱室病害主要以渗漏水为主,根据调研结果统计,江苏大道综合管廊迎土侧渗漏水处约占全管廊漏水处的 60%;内部舱室渗漏水及裂缝等病害明显较少,内部舱室的病害约占全部病害的 32%。

3.1 结构裂缝

3.1.1 裂缝方向

根据现场调查结果,徐圩新区管廊结构裂缝按照方向分类主要有:纵向裂缝和横向裂缝(见图 12、图 13)。裂缝主要分布于侧墙及底板,侧墙主要以竖

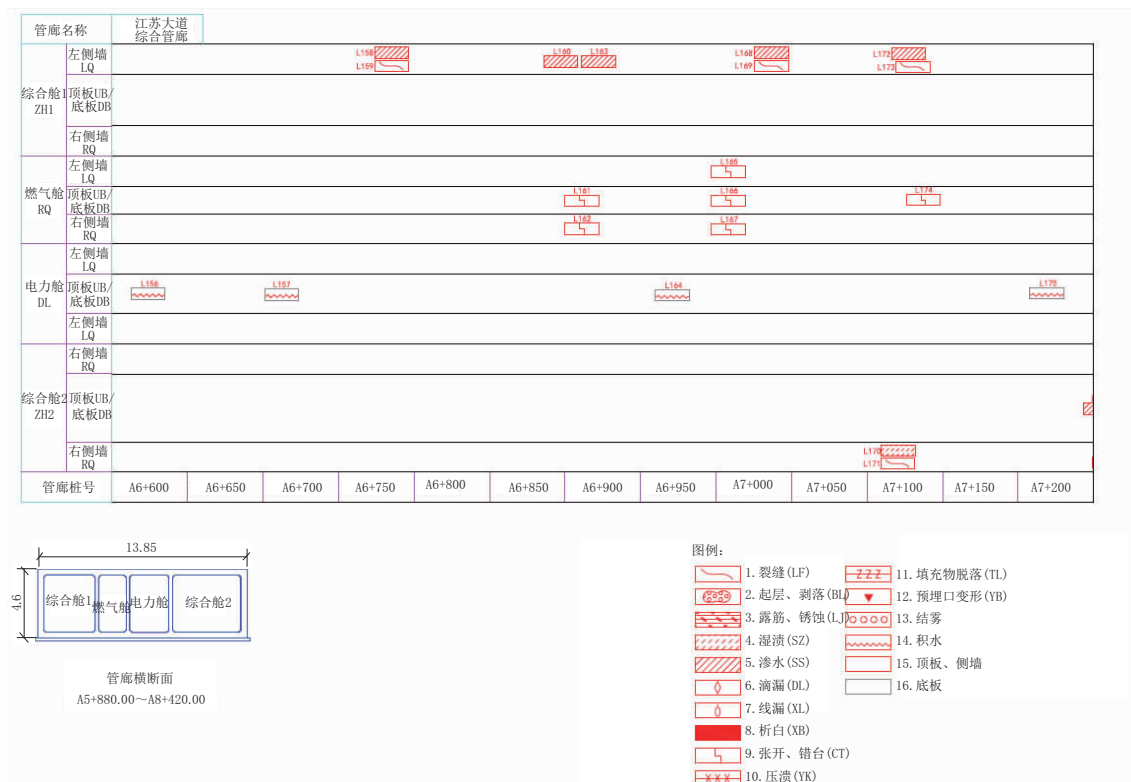


图 11 江苏大道部分节段病害展布图

向裂缝为主,底板主要以横向裂缝为主。

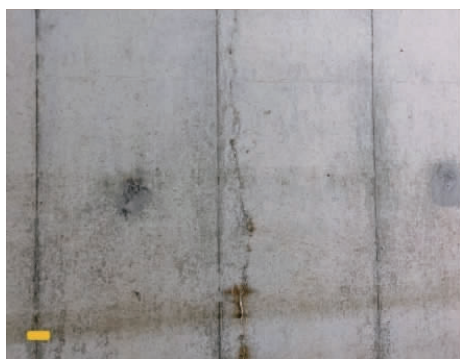


图 12 竖向裂缝



图 13 横向裂缝

根据现场调查结果,徐圩新区四条地下综合管廊约有 66 条裂缝,其中 61 条竖向裂缝,5 条横向裂缝。

3.1.2 裂缝宽度

管廊内裂缝宽度普遍小于 2 mm,极少数裂缝宽

度在 2~4 mm 之间。将裂缝按照宽度划分以下 4 类:

- (1)微细裂缝:宽度小于 0.3 mm 的裂缝。
- (2)细小裂缝:宽度在 0.3~2 mm 之间的裂缝。
- (3)中等裂缝:宽度在 2~5 mm 之间的裂缝。
- (4)大裂缝:宽度大于 5 mm 的裂缝。

根据现场调查结果,徐圩新区综合管廊内微细裂缝约 23 条,细小裂缝约 35 条,中等裂缝约 8 条,未发现大裂缝。各类裂缝占比见图 14。从图 14 中可以看出,徐圩新区综合管廊裂缝主要以微细裂缝和细小裂缝为主,宽度小于 0.3 mm 的裂缝占 35%,宽度在 0.3~2 mm 之间的裂缝占 53%。

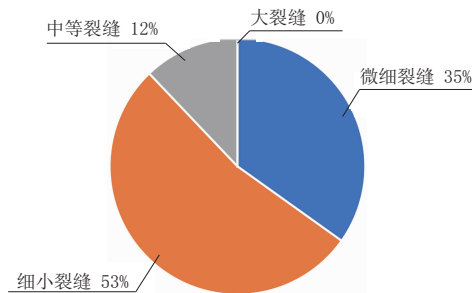


图 14 各类裂缝占比图

3.1.3 裂缝成因

裂缝按照成因可分为温度裂缝、收缩裂缝和沉降裂缝。

通过现场测量分析,对于综合管廊中宽度较小的微细裂缝和细小裂缝,其形成原因主要是由于施

工期间温度快速变化或温度差异较大导致的温度裂缝或是施工完成以后,材料的干燥和收缩产生的微小的收缩裂缝。而对于宽度相对较大的中等裂缝,则是由于管廊所处地质条件较差,产生不均匀沉降,从而导致底板或侧墙产生结构裂缝。

3.2 渗漏水

3.2.1 冷凝水

在徐圩新区综合管廊内,冷凝水是一种普遍存在的渗漏问题。这种现象主要发生在综合管廊顶板、设备间顶板和金属支架附近的通风口处。冷凝水是由空气中的水蒸气遇到低于露点温度的表面而结露形成的。由于综合管廊内部温度较低,当外部温度较高的空气通过通风口进入管廊时,会与冰冷的顶板和金属管线支架接触,从而产生冷凝水。因此,冷凝水主要在内外温度差异较大的区域,即结构顶板附近集中形成,见图 15、图 16。

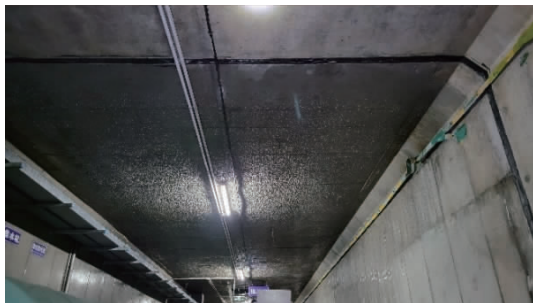


图 15 顶板结露

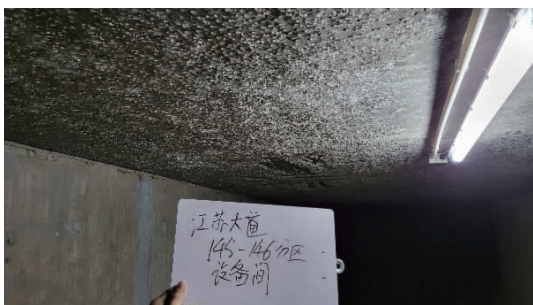


图 16 设备间顶板结露

3.2.2 变形缝、裂缝渗漏水

徐圩新区综合管廊渗漏水位置主要位于变形缝、侧墙裂缝及底角处,渗水量较小,未见大面的渗漏。管廊渗漏水后还产生了较多析白、泛碱现象,主要是建筑物所使用的水泥、砂、石子、砖和外加剂等原料中的可溶性物质成分,在与水接触后溶解,并随着混凝土、砂浆和砌体中水分的蒸发而沉积,并与空气中的 CO_2 等作用生成的白色沉积物附着在建筑物表面,见图 17~图 19。

综合管廊结构的不均匀沉降是导致结构缝渗漏水的主要原因。不均匀沉降会导致结构缝的缝宽扩



图 17 渗水

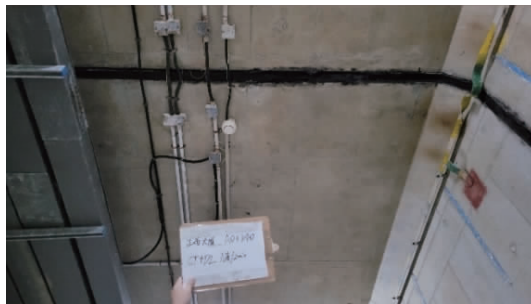


图 18 滴漏



图 19 析白

大,进而破坏已安装的防水卷材、外贴止水带和中埋式止水带。这些防水材料会承受张力而出现裂纹,从而失去其防水功能。

3.2.3 积水

西安路综合管廊及江苏大道综合管廊部分节段内还存在排水边沟积水的现象,积水深度约 2~3 cm (见图 20)。



图 20 积水

4 管廊结构病害处理建议

根据上述综合管廊的调研情况可知,沿海软土地区综合管廊运营初期易出现结构裂缝、渗漏水、结露积水等病害,针对上述问题,建议采取以下措施进

行处理及预防。

4.1 结构裂缝处理

对于管廊中不同宽度的裂缝,可采取不同的措施进行处理。宽度小于 0.3 mm 的微细裂缝,主要以对其进行封闭、观察为主;对于裂缝宽度在 0.3~2 mm 之间的纵向裂缝和贯通裂缝,需对其进行观察,可采取环氧树脂低压注射;对于宽度大于 2 mm 的中等裂缝,则需采取必要的措施进行处置,如裂缝灌浆、开槽填补等。

4.2 结构渗漏水处理

首先需要进行渗漏水的检测和定位工作,以确定渗漏点的位置。常用的方法包括水质分析、红外热像仪、压力测试和漏水声音检测等。一旦确定了渗漏点的位置,可以采取相应的封堵措施。具体方法包括使用密封材料、填充胶、水泥浆或聚合物修复剂等进行封堵,以防止水的继续渗漏。在封堵漏点的基础上,还需要对受损部分进行补强和修复工作,以恢复管廊的结构完整性和承载能力。修复方法包括使用玻璃钢、聚乙烯套管、钢筋混凝土或环氧树脂等材料进行修复。

在渗漏水处理完成后,需要确保管廊内的水被有效排除,并进行干燥处理,以避免水分对管廊设备和结构造成进一步的损坏。可以使用抽水泵和风扇等设备进行排水和干燥作业。为了避免综合管廊渗漏水问题的再次发生,可以采取一些预防措施,如定期检查和维护管廊的密封性,确保管道材料的质量和安装质量,以及加强管廊的防水设计等。

4.3 内部结露、积水处理

针对结露现象建议做好廊内通风工作,定时开启风机。采用堵排结合,设置排水管、泄水孔、封闭裂缝、堵渗漏点等方式进行治理;疏通排水系统。衬砌

线渗漏水处,及时采用排水槽进行引排,避免水流直接淌到路面,在枯水期根据现场检查资料采取相应的处治措施;疏通排水边沟,保证排水通畅,避免路面积水并加强后期监测,结合管廊健康监测情况分析病害产生原因。

5 结 语

基于连云港徐圩新区综合管廊工程案例,对其运营初期廊内渗漏水情况、结构裂缝等进行调研,结果如下:

(1)徐圩新区综合管廊运营初期存在渗漏、裂缝、结露等病害。但结构总体状况良好,未发现影响管廊安全与运营的严重病害。

(2)管廊内发生渗、漏水位置主要在混凝土施工变形缝及墙面裂缝处,管廊侧墙与地面交界处、管线进出口及管线的接口处也是渗漏的易发部位。

(3)通过调研发现管廊迎土侧病害发展较多并以渗漏水为主,内部舱室的结构状态相对较好。

通过对调研成果进行分析,本文重点分析综合管廊渗漏和裂缝病害的原因,并提出了相应的处理和预防措施。这些措施可为在类似地质条件下进行综合管廊建设和维护提供参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 范福强.城市地下综合管廊结构裂损病害演化及修复堵漏机理研究[D].济南:山东建筑大学,2022.
- [2] 刘雅莉,孟晓强.城市地下综合管廊智慧化运营管理论述[J].科技与创新,2023(9):153-156.
- [3] 孙剑春.滨海软土地质条件下综合管廊病害分析及治理[J].福建建设科技,2018(4):17-20.
- [4] 吴剑秋,方兴杰.城市地下综合管廊渗漏水病害成因及处理措施研究[J].价值工程,2023,42(1):51-53.
- [5] 马洪旺,周坚,苏四代,等.地下综合管廊渗漏水病害成因及整治技术研究[J].价值工程,2019,38(23):175-177.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com